

# RAČUNALNIŠKI VID IN DIGITALNA KARAKTERIZACIJA ZA OGLAŠEVANJE

**Robert Ravnik, Borut Batagelj, Franc Solina**

**Laboratorij za računalniški vid  
Fakulteta za računalništvo in informatiko  
Univerza v Ljubljani**

**E-pošta: robert.ravnik@fri.uni-lj.si, borut.batagelj@fri.uni-lj.si,  
franc.solina@fri.uni-lj.si  
URL: <http://lrv.fri.uni-lj.si>**

---

**POVZETEK:** *Računalniški vid v povezavi z digitalno karakterizacijo ponuja učinkovit pristop k spremljanju in beleženju vizualnih lastnosti zabeležene osebe, kar se lahko uporablja pri oglaševanju. Inteligentni sistem za digitalno oglaševanje, opremljen z računalniškim vidom in digitalno karakterizacijo, zabeleži in karakterizira gledalca ter mu glede na njegove prepoznane karakteristike v realnem času predvaja relevantno vsebino in mu omogoča povratno interakcijo.*

*V prispevku je prikazano, kako lahko digitalno oglaševanje naredimo bolj učinkovito s pomočjo tehnologije računalniškega vida. Metode za detekcijo obrazov, klasifikacijo in razpoznavanje vedenja ljudi nam omogočajo prepoznavanje lastnosti osebe (npr. starost in spol), ki si ogleduje vsebino oglasa in ki jo zazna inteligentni sistem za digitalno oglaševanje. S pomočjo računalniškega vida lahko gledalcu omogočimo tudi interakcijo z vsebino, ki ni več vezana na dotik, temveč zgolj na določen gib.*

---

## 1. UVOD

Digitalna karakterizacija s pomočjo računalniškega vida osebe, ki si ogleduje oglas, predstavlja zadnji trend pri oglaševanju v zunanjem okolju. S karakterizacijo določenih lastnosti zaznane osebe (npr. spol, starost) lahko oglas specifično priredimo glede na prepoznane lastnosti osebe. Sistem lahko nadgradimo tako, da prepozna tudi določene reakcije gledalca (npr. določen gib, izražanje zanimanja s približanjem k oglasu), kar omogoča dodatno specifično prilagoditev oglasa in povratno interakcijo osebe z oglaševano vsebino.

Za sisteme ze karakterizacijo oseb s pomočjo računalniškega vida se poleg oglaševalskih podjetij zanimajo tudi izobraževalne in vladne ustanove, saj je oglaševana vsebina lahko kakršnakoli in ni nujno komercialne narave. Dinamično digitalno oglaševanje v marketingu predvsem pritegne gledalce ter omogoča povečanje prodaje, obenem pa modernizira izgled prodajnega prostora [4].

V splošnem so oglaševalski medij zasloni različnih velikosti, ki med drugim prikazujejo tudi oglase. Zaslone so preko medmrežja povezani s centralnim strežnikom, ki skrbi za prikazano vsebino. Področje digitalnega oglaševanja se je začelo razvijati s padcem cen elektronske opreme. LCD zaslone večjih dimenzij so postali dosegljivi, strežniški in namizni računalniki pa omogočajo vedno hitrejšo procesiranje in reševanje obsežnejših problemov. To je v zadnjih dveh letih privedlo do skokovitega zanimanja za digitalne rešitve tudi na tem področju. Primere digitalnega oglaševanja danes lahko srečamo v bolnišnicah, šolah, na letališčih, nakupovalnih središčih ter drugje [10].

Metode računalniškega vida za detekcijo obrazov so v zadnjih nekaj letih postale bolj robustne ter računsko učinkovitejše. Starejše tehnike za računalniško detektiranje obraza so bile vezane na detekcijo enega samega obraza na monotonem ozadju slike. Metode predlagane v zadnjih letih omogočajo detekcijo več obrazov (ki gledajo v različnih smereh) na razgibanem ozadju [9]. Poleg detekcije in prepoznavanja obrazov so se razvijale tudi metode za karakterizacijo: določitev izraza na obrazu [6], za klasifikacijo starosti in etnične skupine [3]. Nove metode razpoznavanja vzorcev nam danes omogočajo nadaljno analiziranje in klasifikacijo detektiranih obrazov.

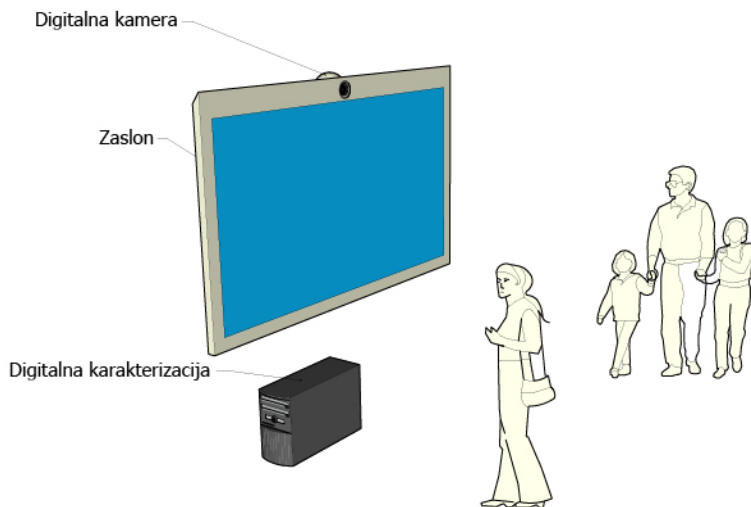
V naslednjem poglavju predstavimo osnovno idejo inteligentnega digitalnega oglaševanja s pomočjo računalniškega vida in digitalne karakterizacije ter tehnično ozadje tega sistema. V tretjem poglavju opišemo naš sistem za analizo in klasifikacijo obrazov, ki ga lahko uporabimo tudi kot sistem za digitalno oglaševanje. Zadnje poglavje predstavlja možnosti vizualizacije zajetih podatkov.

## **2. INTELIGENTNO DIGITALNO OGLAŠEVANJE**

Z razvojem tehnologije, poslovni sistemi, oglaševalci in prodajalci iščejo nov, svež in cenovno ugoden pristop za oglaševanje svojih izdelkov in storitev, ki bodo pritegnili pozornost potencialnih kupcev. Z namestitvijo poceni video senzorja na zgornji del zaslona in uporabo neizkoriščene procesorske moči računalnika, ki prikazuje vsebino na zaslonu, lahko sistem v realnem času zajema in se odziva na karakteristike gledalca (slika 1). Z metodami računalniškega vida tako detektiramo, kategoriziramo in analiziramo obraze ljudi, kar nam omogoča oceno podatkov kot so: trenutno število ljudi pred zaslonom, njihova oddaljenost od zaslona, demografski podatki in razporejenost.

Sistem za inteligentno digitalno oglaševanje omogoča, da gledalcu pokažemo informacijo – oglas, ki je zanj najbolj relevanten. Sistem lahko v realnem času predstavi primerno vsebino za danega gledalca, ki jo izbere glede na gledalcev profil (spol, starost) in ki je lahko osnovana na beleženju in statistični obdelavi odzivov gledalcev pred tem. S pomočjo metod računalniškega vida, ki tečejo v realnem času, postajajo v digitalnem oglaševanju izvedljive naloge kot so: merjenje statistik, ciljno naravnana vsebina in interaktivnost. Večinoma gre za poskuse podjetij, ki želijo izboljšati tehniko oglaševanja na samem prodajnem mestu. Kamera skrita za/nad prodajnimi policami beleži odzive kupcev na določene izdelke. Bolj privlačna oblika vsebuje možnost preproste interakcije. Z označbo t.i. »vročih točk« lahko gledalec s postavitvijo na pravo mesto vpliva na

vsebinsko multimedijskega prikaza na zaslonu. Nadaljna interakcija pa se vrši s prepoznavanjem njegovih kretenj.



Slika 1: Osnovni elementi inteligentnega sistema za digitalno oglaševanje.

V izvedeni umetniški instalaciji »15 sekund slave« smo prikazovali portrete naključno izbranih obiskovalcev, spremenjene v pop-art slog [7, 8]. Sestav instalacije je podoben sistemu za inteligentno digitalno oglaševanje (slika 2). Opazili smo, da je interaktivnost postavitve vplivala na obnašanje obiskovalcev. V nadaljevanju podajamo nekaj zanimivih opažanj, ki koristijo pri načrtovanju sistema za inteligentno oglaševanje. Gledalci so hitro spoznali, da se znotraj slike prikazujejo portreti ljudi, ki so trenutno prisotni, čeprav so bili stilizirani. Gledalci so začeli pozirati, da bi bil njihov portret na zaslonu čimboljši, še posebej, ker niso vedeli, kdaj bo sistem posnel sliko. Vendar se je tako prizadevanje za »trenutkom slave«, ko bi videli svoj obraz na zaslonu, izkazalo za iluzorno, če je bilo prisotnih več gledalcev, saj je sistem naključno izbral enega od detektiranih obrazov. Ljudje, ki so se prerinili pred kamero, da bi jih sistem zagotovo detektiral v naslednjih 15 sekundah, so bili pogosto razočarani, ker je bil izbran nekdo drug iz ozadja. Včasih se je dogajal pravi miniaturni »reality show« v stilu Velikega brata, ko so gledalci odkrito ali prikrito tekmovali za medijsko pozornost, ter s tem izkazovali teatraličnost in potrebo po samopredstavitvi v vseh sferah življenja [8].



Slika 2: Otroci se zabavajo pred umetniško instalacijo »15 sekund slave«.

### 3. SISTEM ZA KLASIFIKACIJO OBRAZOV

Raziskovanje značilnic obrazov in analiza kretenj so bili do sedaj domena varnostnih in nadzornih aplikacij ter biometrije, kjer so zahteve po učinkovitosti in natančnosti velike. Digitalno oglaševanje nima tako visokih tehničnih zahtev, bolj aktualno postane vprašanje o zasebnosti. Sistemi za digitalno oglaševanje se lahko nahajajo na javnih površinah, kjer je potrebno poskrbeti za varovanje identitete gledalca. Detekcija in klasifikacija karakteristik gledalca je vezana le na beleženje kvalitativnih podatkov, ki se pošljejo na centralni strežnik. Pri prikazovanju delovanja sistema se obrazi gledalcev zamenjajo z belo pego, oziroma se zameglijo.

Razvijamo napreden sistem za prepoznavanje obraznih značilnic in karakteristik, ki bo sposoben analizirati in klasificirati obraze [1, 2]. Sistem preizkušamo za uporabo v digitalnem oglaševanju. Osnovni sistem za prepoznavanje obrazov vsebuje štiri module: detekcija, poravnava, izločanje in primerjava značilnic, kjer sta lokalizacija in normalizacija (detektiranje obraza in poravnava) procesna koraka pred fazo prepoznavanja obraza (ekstrakcija značilnic obraza in primerjanje).

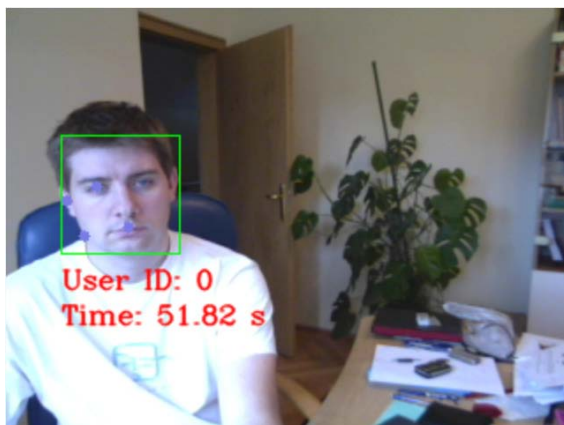
Modul za detekcijo obrazov loči področja obrazov od ozadja. Najdene obraze lahko spremljajmo s komponento za sledenje obrazov. Namen modula za poravnavo slike obrazov je natančnejše določanje lokacij obrazov in njihovih velikosti, ker modul za detekcijo obrazov le grobo določi položaj in velikost obrazov. Določi se položaj obraznih značilnic (oči, nos, usta, obris obraza). Na podlagi določenih lokacijskih točk in relacij med značilnicami (npr. medočesna razdalja) z geometrijskimi transformacijami

normaliziramo obraz. Nadaljnja normalizacija zajema fotometrične lastnosti kot sta osvetljenost in pretvorba slike na sivinsko skalo.

Potem, ko je obraz normaliziran geometrijsko in fotometrično, se izvrši izločanje značilnosti. S tem dobimo uporabno informacijo, ki jo lahko uporabimo za ugotavljanje razlik med obrazy in ki je neodvisna od geometrijskih in fotometričnih variacij. Za primerjanje in iskanje obrazov se vektor izločenih značilnosti primerja s tistimi v podatkovni bazi. Če se s katerim od njih ujema v intervalu predpisane zanesljivosti, se kot rezultat za nadaljno obdelavo zabeleži informacija o ujemanju.

Na nivoju izločenih značilnosti lahko poiščemo značilnosti, ki natančno opredelijo obraz in ki so pomembne za razlikovanje med različnimi starostnimi razredi, spoloma, rasnimi skupinami (Afričani, Evropejci, Azijci) in celo različnimi izrazi obraza ( gnus, strah, veselje, presenečenje, žalost, jeza). S podrobno analizo lahko razpoznamo tudi brado in brke, makeup, očala, pokrivalo, šal, frizuro (stil, barvo, dolžino). S teksturno analizo lahko določimo, ali je koža obraza nagubana, gladka ali celo mozoljasta.

Sistem za računalniški vid in digitalno karakterizacijo za oglaševanje sestavljata dve glavni komponenti. Prvi je detektor, ki iz zajete slike beleži čas zadrževanja obraza pred zaslonom (slika 3). Detektor tudi oceni razdaljo med obrazom in zaslonom ter modul za klasifikacijo obrazov, ki analizira značilnice zajetega obraza.



Slika 3: Detektor obrazov išče in sledi obrazom pred zaslonom in meri čas njihove prisotnosti.

Detektor obrazov temelji na metodi AdaBoost [9]. Ta metoda, ki temelji na učenju, dosega dobro razmerje med časom potrebnim za procesiranje in natančnostjo detekcije. AdaBoost ponuja rešitev za tri osnovne probleme:

- učenje dobrih značilnic na podlagi velike učne množice značilnic,
- konstrukcija šibkih klasifikatorjev, izmed katerih vsak temelji na določeni množici značilnic,
- ojačevanje in združevanje več šibkih klasifikatorjev v en močan klasifikator.

Šibki klasifikatorji so osnovani na preprostih, skalnem Haarovim valčnim funkcijam podobnih lastnostih, ki so vodljivi filtri. Za učinkovito računanje velikega števila takih značilnosti pri spreminljivi velikosti in položaju, kar je pomembno za delo v realnem času, uporabljamo integralno slikovno metodo. Kaskada klasifikatorjev, od preprostih do kompleksnih, še poveča učinkovitost računov, kar sledi principu eliminacije vzorcev in iskanja od grobega k podrobnemu. Ko je obraz detektiran, mu sledimo z metodo Lucas-Kanade [5], ki je diferencialna metoda dveh okvirov za ocenjevanje optičnega toka. Z upoštevanjem časovne in krajeve lokalitete dosežemo zadovoljivo natančnost. Ko detektor izgubi detektirani obraz, pošlje zajete podatke o njem na strežnik. Podatki se prenašajo v formatu XML. Strežnik sprejete podatke shrani v podatkovno bazo. Za skladiščenje podatkov smo uporabili PostgreSQL.

Drugi del sistema predstavlja spletna aplikacija, ki omogoča pregled in generiranje poročil zajetih podatkov (slika 4). Strežnik poganja Debian Linux, za prikaz spletnih strani pa skrbi Apache. Za izdelavo dinamičnih poročil uporabljamo ogrodje Adobe Flex v povezavi s PHP okoljem. Sistem bo kmalu pripravljen za prehod iz laboratorija na preizkušnjo v realnem okolju.



Slika 4: Primer poročila, ki prikazuje primerjavo koliko ljudi je spremljalo oglase na dveh različnih lokacijah v izbranem obdobju.

## 4. ZAKLJUČEK

Inteligentni sistem za digitalno oglaševanje omogoča manipuliranje s podatki v realnem času, kar zajema:

- uporabo metod računalniškega vida za beleženje podatkov (število gledalcev) in karakteristik gledalcev (spol, starost, razpoloženje) pred zaslonom,
- zbiranje statistik in beleženje podatkov, ki so relevantni za oglaševalce:

- število gledalcev pred zaslonom,
- izračun različnih metrik gledanosti (čas prisotnosti, št. obrazov na minuto),
- demografski podatki gledalcev,
- odziv gledalcev na vsebino,
- tarifiranje na podlagi relevantne ocene števila ogledov,
- realnočasno analizo karakteristik gledalcev za:
  - prikaz specifične vsebine (prikažemo vsebino, ki je imela najboljši odziv za dano starostno skupino in spol),
  - aktivacijo zvoka samo, kadar stranka opazuje zaslon,
  - oceno mere »priložnost ogleda«.

Inteligentni sistemi za digitalno oglaševanje, ki se v realnem času prilagajajo gledalcu, se ne smejo prehitro odzvati na spremembo. Gledalce in njihovo obnašanje je smiselno klasificirati v manjše število razredov, ki jih lahko omejimo z določenimi pravili. Kako naj bo tak sistem za inteligentno digitalno oglaševanje strukturiran, da bo upošteval specifična pravila oglaševanja in da bo omogočal administratorju preprosto prilagajanje sistema različnim oglaševalskim vsebinam, pa še ostaja zanimiv raziskovalni problem.

## LITERATURA

1. B. Batagelj, F. Solina (2006), Face recognition in different subspaces : a comparative study, *Proceedings PRIS 2006*, Paphos, Ciper, Instic Press, str. 71-80.
2. B. Batagelj (2007), Recognition of human faces using hybrid system, *doktorska disertacija*, Fakulteta za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani.
3. S. Gutta, J. Huang, P. Jonathon in H. Wechsler (2000), Mixture of experts for classification of gender, ethnic origin and pose of human faces, *IEEE Trans. On Neural Networks*, str. 948-960.
4. <http://www.infinitus.si/>  
Digitalno video oglaševanje, Infinitus 2008.
5. B. Lucas, T. Kanade (1981), An iterative image registration technique with an application to stereo vision, *Proceedings 7th IJCAL*, str. 674-679.
6. M. Pantic in L. J. M. Rothkrantz (2000), Automatic analysis of facial expressions, *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, str. 1424-1445.
7. F. Solina, P. Peer, B. Batagelj, S. Juvan in J. Kovač (2003), Color-based face detection in the »15 seconds of fame« art installation, *Mirage 2003, Conference on computer Vision / Computer Graphics Collaboration for Model-based Imaging, Rendering, image Analysis and Gprahical special Effects*, str. 38-47.

8. F. Solina (2004), 15 seconds of fame, *Leonardo*, str 105-110, 125.
9. P. Viola in M. Jones (2004), Robust real-time object detection, *Internation Journal of Computer Vision*, str. 137-154.
10. [http://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_signage](http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_signage)  
Digital Signage, Wikipedia – prosta enciklopedija 2009